

Herstellung von kompaktierten Stroh-Konzentrat-Gemischen unter Anwendung von Natronlauge als Aufschlußmittel

Dr. agr. S. Prüfer/Dr. agr. M. Mietz, Institut für Futterproduktion Paulinenaue der AdL der DDR

1. Bedeutung und Umfang des Stroheinsatzes sowie der Strohaufbereitung

Die Verwertung von Getreidestroh als Futter für die Wiederkäuer erlangt in vielen Ländern eine zunehmende Bedeutung. In der DDR fallen jährlich durchschnittlich 7 Mill. bis 8 Mill. t Stroh an, wovon derzeit 1,5 Mill. bis 2 Mill. t an Rinder und Schafe verfüttert werden. Zukünftig soll dieser Anteil auf 2,5 Mill. bis 3 Mill. t ansteigen. Das Grobfuttermittel Stroh liefert dann etwa 10% des Grobfuttermittelbedarfs der Rinder ohne Inanspruchnahme von Hauptfütteranbaufläche. Diese weitere Nutzung der Futterreserve Stroh hat in der DDR eine sehr große Bedeutung, weil dadurch

- etwa die Hälfte des Trockengrobfuttermittelbedarfs der Wiederkäuer gedeckt wird
- die Grobfuttermittelversorgung der Tierbestände auch in witterungsungünstigen Jahren sicherer gestaltet werden kann
- reale Möglichkeiten bestehen, in bestimmten Gebieten der Republik den Getreideanbau durch verstärkten Stroheinsatz in der Fütterung noch weiter auszudehnen.

Stroh ist jedoch ein energiearmes Grobfuttermittel. Deshalb sind alle Möglichkeiten zu nutzen, die Energiekonzentration im Stroh zu erhöhen.

Von den in der DDR entwickelten Strohaufbereitungsverfahren hat die Pelletierung — zunächst ohne und in den letzten 3 Jahren mit Zusatz von Natronlauge (NaOH) — den größten Anwendungsumfang erreicht.

Seit 1976 wurden in der DDR jährlich 1 Mill. bis 1,5 Mill. t Stroh-Konzentrat-Pellets mit einem durchschnittlichen Strohananteil von 60% produziert. Die vorhandene Produktionskapazität in Trocknungs- und Pelletieranlagen ermöglicht bereits die Verarbeitung von rd. 1 Mill. t Stroh je Jahr.

2. Aufwendung im Verfahren der Strohpelletierung

Um die Aufwendungen für das Gesamtverfahren einschätzen zu können, wurden die Kenngrößen

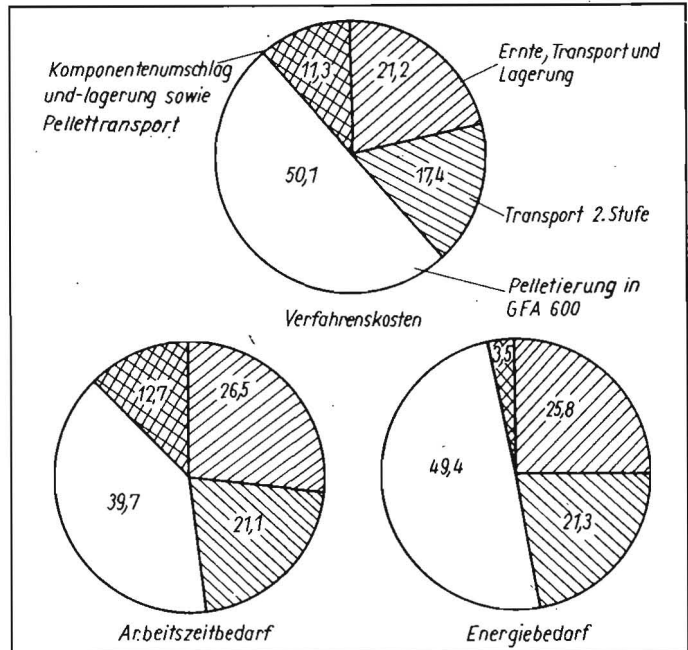
- Verfahrenskosten (M/t TS Stroh)
- Arbeitszeitbedarf (AKh/t TS Stroh) und
- Energiebedarf (GJ/t TS Stroh)

für alle Arbeitsgänge — beginnend bei der Ernte aus dem Schwaden und endend mit dem Pellettransport zu den Tierproduktionsanlagen — zusammengestellt. Hierbei sind die Bereitstellung von Häckselstroh und die Verarbeitung in Pelletieranlagen des Typs GFA 600 unterstellt.

Hinzuweisen ist darauf, daß der Aufwand für das Pelletieren, für Komponentenumschlag und -lagerung sowie für den Pellettransport allein auf die verarbeitete Strohmasse (50% Strohananteil unterstellt) bezogen ist. Im Bild 1 ist dargestellt, welche Aufwandsrelationen sich unter diesen Voraussetzungen in den einzelnen Arbeitsgängen bzw. Verfahrensabschnitten im Verhältnis zum Gesamtaufwand ergeben.

Der mit Abstand höchste Aufwand entsteht im Arbeitsgang „Pelletieren“ mit 40 bis 50% des Gesamtaufwands an Verfahrenskosten, Ar-

Bild 1. Anteil des Aufwands für die Verfahrensabschnitte im Gesamtverfahren „Häckselstrohbereitstellung und Pelletierung in GFA 600“ (bezogen auf 1 t TS Stroh)



beitszeit und Energie. Es folgen die Abschnitte „Strohbereitstellung“ und „Strohtransport in der 2. Stufe (Lager- und Verarbeitungsanlage)“ mit rd. 25% bzw. 20%.

Bei der Strohbereitstellung liegen die größten Reserven in der Senkung der Lagerverluste bei der Diemenlagerung (unter TS-Verlusten wird hier der für die Fütterung untaugliche Anteil der aus Diemen ausgelagerten Strohmasse verstanden). Sie betragen gegenwärtig mindestens 25%. Dadurch erhöhen sich die Aufwendungen für die Strohernte um 38 bis 43%.

Steigen die Verluste gar auf 50% an, was gegenwärtig in der Praxis bei zu kleinen und nicht mit Häckselstroh überblasenen Diemen auftritt, dann ist mit einer Aufwanderhöhung um 115 bis 130% zu rechnen. Hierbei sind auftretende Qualitätsminderungen (Feuchte, Pilzbildung usw.) noch nicht berücksichtigt.

Beim Strohtransport in der 2. Stufe ist auf möglichst geringe Transportentfernungen, Erhöhung der Gutdichte und volle Ausschöpfung des möglichen Ladevolumens — also Steigerung der Lademassee je Fahrzeugkombination — zu orientieren. Bei vertretbarem Abschöpfungsgrad für Futterstroh von 30 bis 40% des Strohaufkommens im Einzugsbereich ergibt sich für eine Anlage GFA 600 mit einer Strohverarbeitung von 8000 bis 10000 t/a bereits eine mittlere Transportentfernung von mindestens 15 km. Die zu erwartenden Transportentfernungen sind also bei der Wahl der Verarbeitungskapazität zu berücksichtigen. Bei der Pelletierung selbst kommt der Erhöhung des Strohdurchsatzes und der Senkung des Elektroenergieverbrauchs besondere Bedeutung zu.

Zukünftig ist stärker auf die Produktion von Pellets mit variablen Stroh- und Getreideantei-

len entsprechend den Anforderungen der Tierproduktion zu orientieren. Damit werden die Pelletierkapazitäten verstärkt für die Aufbereitung wirtschaftseigenen Getreides genutzt und übernehmen Funktionen der Mischfutterindustrie, die dadurch auch zugunsten der Produktion von Mischfutter für Monogastriden entlastet wird.

Hierfür sind jedoch Rationalisierungsmaßnahmen durchzuführen, die vor allem folgende Prozesse betreffen:

- Zerkleinern von Stroh
- Dosieren von Stroh und Komponenten
- Mischen
- Pelletieren einschließlich Kühlen.

Die GFA 600 in Selbelang, Bezirk Potsdam, die für diese Produktionsrichtung umgerüstet wurde (Einsatz von Bandwaagen, Erhöhung der Zerkleinerungskapazität für Stroh und Komponenten), produzierte im Jahr 1980 rd. 25000 t Pellets mit Strohananteilen von 10 bis 80% (durchschnittlicher Anteil rd. 45%) für Rinder und Schweine und wies nach, daß folgende Zielstellung für die Verfahrenskosten je t Pellets (bei 50% Strohananteil in der Rezeptur) real ist:

- Transport von Stroh, Komponenten und Pellets ≤ 30 M/t
- Lagerung der Komponenten ≤ 10 M/t
- Verarbeitung ≤ 60 M/t
- Verfahrenskosten der Pelletproduktion insgesamt ≤ 100 M/t.

Diese Werte sind möglichst zu unterbieten, damit der Pelleteinsatz in der Tierproduktion nicht zu ökonomischen Nachteilen führt.

Strohpellets für Rinder sollten, wie in Selbelang realisiert, grundsätzlich mit Natronlaugezusatz produziert werden, um die Energiekonzentration im Stroh zu erhöhen. Neben dieser Futterwerterhöhung des Strohs

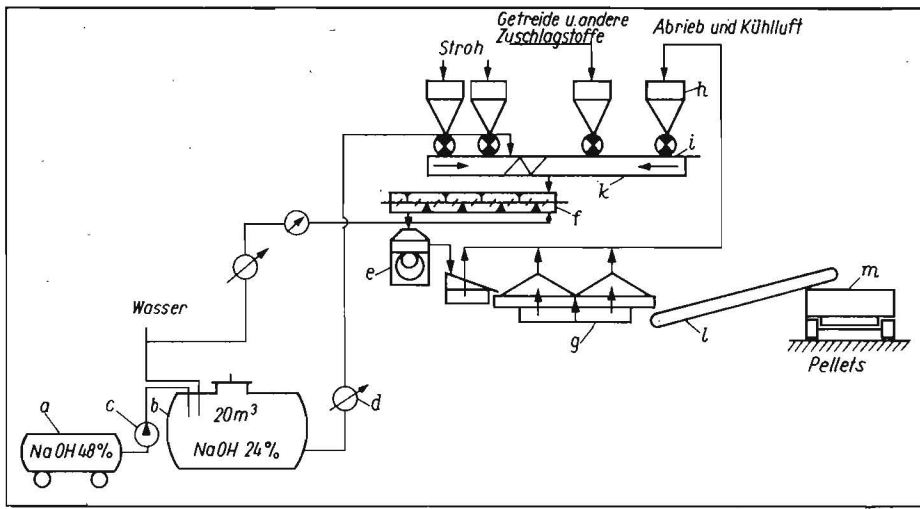


Bild 2. Fließbild zur Anwendung von Natronlauge bei der Strohpelletierung; a Transportfahrzeug für Lauge, b Lagerbehälter für Lauge, c Kreislumpumpe, d Dosierpumpe, e Presse, f Paddelschnecke, g Kühlband, h Zyklon, i Zellenradschleuse, k Schneckenförderer, l Förderband, m Transportfahrzeug für Pellets

ergeben sich weitere technologische und ökonomische Vorteile, wie nachfolgend dargestellt werden soll. Im Jahr 1980 hatten in der DDR insgesamt 135 Trocknungs- und Pelletieranlagen die Voraussetzungen für die NaOH-Applikation geschaffen.

3. Untersuchungsergebnisse zur Anwendung von Natronlauge bei der Strohpelletierung

Die technologische Linie der Zwischenlagerung und Applikation von NaOH kann in jede

Anlage zur Strohkompaktierung eingeordnet werden (Bild 2). Hierbei sind die Zuleitungen für Stroh, Lauge und Komponenten zur Paddelschnecke so angeordnet, daß nur das Stroh und nicht das Futtergemisch mit der Lauge besprüht wird. Die Lagerung von konzentrierter bzw. verdünnter NaOH an der Pelletieranlage erfolgt ganzjährig in Eisenbehältern, die bei der Lagerung von konzentrierter Lauge beheizbar sein müssen. Mischen, Fördern und Applizieren der Natronlauge werden handarbeitslos mit Hilfe einer Kolbendosierpumpe durchgeführt.

Tafel 1. Zusätzlicher Aufwand für die Anwendung von Natronlauge bei der Strohpelletierung

Kostenbestandteile	Kostenbelastung		
	M/t NaOH	M/t Stroh	M/t Pellets ¹⁾
Natronlauge	240	9,20	5,98
Transport und Lagerung der Natronlauge (ACZ)	110	4,20	2,73
Zusatzrüstung und Umrüstung (Trockenwerk, Pelletieranlage)	20	0,80	0,52
Summe	370	14,20	9,23

1) Strohanteil 65%

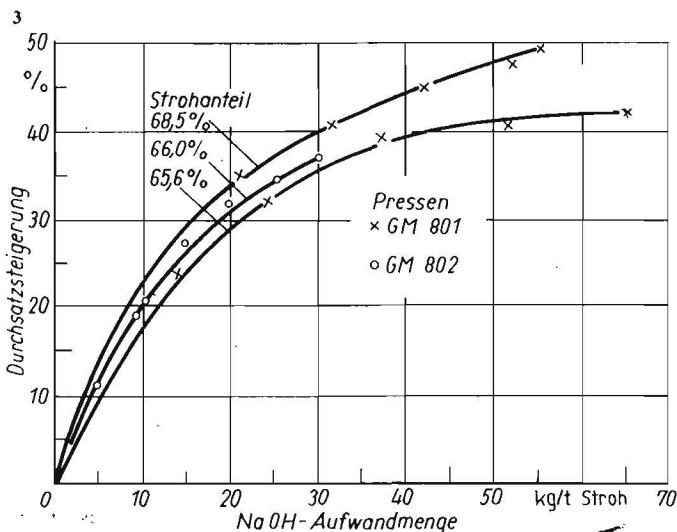
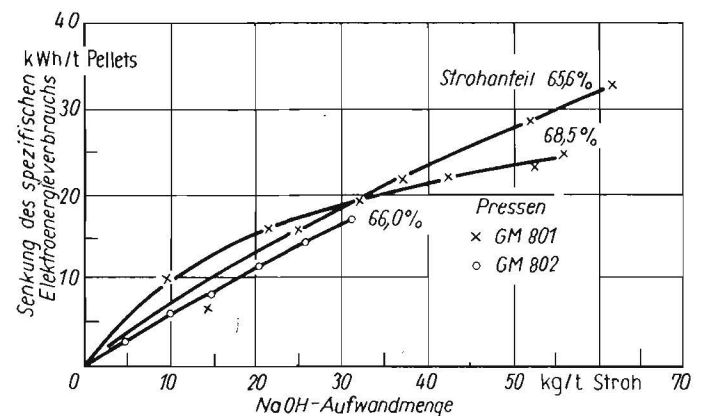


Bild 3. Steigerung des Pelletdurchsatzes in Abhängigkeit von der NaOH-Aufwandmenge bei unterschiedlichen Strohanteilen und Pressentypen

Bild 4. Senkung des spezifischen Elektroenergieverbrauchs in Abhängigkeit von der NaOH-Aufwandmenge bei unterschiedlichen Strohanteilen und Pressentypen



Nach den Ergebnissen der Tierernährungsforschung hat sich bei Strohanteilen im Pellet von 70 bis 80% eine Laugendosis von 18 kg Natriumhydroxid/t Stroh als optimal erwiesen. Sinkt jedoch der Strohanteil im Pellet auf unter 50%, so kann die Laugendosis auf 3% gesteigert werden. Dabei wäre bei einem Natriumgehalt der Pellets von weniger als 10 g Na/kg TS eine Steigerung der Energiekonzentration des Strohs um 70 EF_r/kg TS (Stroh) gegenüber 45 EF_r/kg TS bei 1,8% NaOH-Zusatz zu erreichen [1].

Neben der Futterwerterhöhung des Strohs bewirkt die Anwendung von Natronlauge auch technologische Vorteile bei der Strohpelletierung. In den Trocknungs- und Pelletieranlagen wird meistens der Abrieb nach der Presse abgeseibt und dieser erneut zugeführt und verpreßt. Dieser Abriebanteil mindert den Pelletdurchsatz der Presse und damit die Verfahrenseistung der Anlage.

Ein technologisches Ziel der Anwendung von Natronlauge besteht also darin, den Pelletdurchsatz durch Verringerung des erneut zu verpressenden Abriebanteils zu erhöhen.

Im Bild 3 ist zu erkennen, daß mit größerer Laugenzuführung der Pelletdurchsatz ansteigt, was vor allem auf die Verringerung des erneut zu verpressenden Abriebs zurückzuführen ist.

Im Ergebnis von Versuchen mit unterschiedlichen Pressentypen und in unterschiedlichen Pelletieranlagen ist festzustellen, daß bei Rezepturen mit einem Strohanteil von 60 bis 70% und einer NaOH-Aufwandmenge von 18 kg/t Stroh mit einer Steigerung des Pelletdurchsatzes bis zu 30% (durchschnittlich 15%) zu rechnen ist.

Eine weitere technologische, aber auch für die Ökonomie des Verfahrens wichtige Kennziffer ist die Beeinflussung des spezifischen Elektroenergieverbrauchs beim Pressen und für das Gesamtverfahren durch die NaOH-Anwendung. Im Bild 4 ist zu sehen, daß durch den Laugenzusatz eine Verringerung des spezifischen Elektroenergieverbrauchs beim Pressen von 8 bis 14 kWh/t Pellets bzw. 15 bis 20% bei den o.g. Werten (Strohanteil, NaOH-Aufwandmenge) eintritt. Auf das Gesamtverfahren bezogen, ergibt sich noch eine Verringerung des spezifischen Elektroenergieverbrauchs um 5 bis 9%. In ähnlich positiver Weise werden auch die Pelletfestigkeit und die Schüttdichte der Pellets durch den NaOH-Zusatz beeinflußt, was letztlich zu einer Verbesserung der Transport- und Lagerraumausnutzung um 10 bis 12% führt.

Die Verfahrenskosten für die Anwendung von Natronlauge belaufen sich auf rd. 14,— M/t Stroh, wovon auf die Materialkosten für NaOH rd. 9,— M, auf den Transport und die Lagerung von NaOH rd. 4,— M und auf die Zusatzausrüstung und die Umrüstung der Pelletieranlage rd. 1,— M/t Stroh entfallen (s. Tafel 1). Die Anwendung von Natronlauge erhöht zwar die Verfahrenskosten je Produktionsstunde, die Produktionskosten je t Pellets steigen jedoch vor allem infolge des nachgewiesenen höheren Durchsatzes nicht an. Bezieht man die Verfahrenskosten auf die zusätzlich gewonnene Energiekonzentration von 45 EF₁/kg TS (Stroh) [1], dann ergeben sich 0,40 M/kEF₁. Die technologischen Vorteile sind aber so groß, daß die

zusätzlich gewonnene Futterenergie und die damit verbundene Konzentratfuttersparung umsonst der Tierproduktion zugute kommen. Die Richtigkeit dieser grundlegenden ökonomischen Aussage wird nicht zuletzt dadurch bewiesen, daß die Pelletierbetriebe unabhängig davon, ob sie mit oder ohne NaOH-Zusatz pelletieren, die Pellets zu gleichen Preisen verkaufen.

4. Zusammenfassung

Die weitere Erhöhung des Stroeinsatzes in der Wiederkäuerfütterung ist aus volkswirtschaftlicher und futterwirtschaftlicher Sicht bedeutungsvoll. Zum Verfahren „Pelletieren“ werden die anteiligen Aufwendungen in den Ar-

beitsgängen bzw. Verfahrensabschnitten dargestellt und daraus Schwerpunkte für die weitere Rationalisierung abgeleitet sowie Hinweise gegeben. Die Anwendung von Natronlauge bei der Pelletierung ist technologisch gelöst. Die technologischen Vorteile und die Ökonomie der Anwendung von Natronlauge rechtfertigen den Aufbau von Zwischenlager- und Applikationseinrichtungen in nahezu allen Trocknungs- und Pelletieranlagen.

Literatur

[1] Autorenkollektiv: Empfehlungen zur Strohpelletierung mit Natronlauge. Markkleeberg: agrabuch 1978. A 3033

Mechanisierungsvarianten für die konservierende Lagerung von Feuchtstroh

Dr.-Ing. C. Fühl, KDT/Dr. agr. A. Klug, KDT/Dipl.-Landw. G. Wartenberg
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Problemstellung

Der Einsatz von Getreidestroh in der Rinderfütterung hat nach wie vor große Bedeutung für eine stabile Versorgung der Tierbestände und für die Einsparung an Konzentraten. Bei der Strohaufbereitung liegen die Schwerpunkte nach den Erfahrungen der letzten Jahre vor allem in der Senkung der Verluste, in der Erhöhung der Strohqualität und im Reduzieren der Aufwandskennziffern.

Die Masseverluste während der Mietenlagerung auf dem Feld betragen nach Angaben von Bernhardt [1] gegenwärtig 20 bis 40%. Hinzu kommen Qualitätsverluste durch Pilzbefall, die einen Rückgang in der Verdaulichkeit und damit in der tierischen Leistung bewirken. Außerdem wird dadurch die Tiergesundheit negativ beeinflusst.

Die deutliche Reduzierung der Aufwandskennziffern, besonders des Energieverbrauchs und des Arbeitszeitbedarfs, ist eine Forderung, die dringend verwirklicht werden muß. Daraus leitet sich für die Agrarforschung die Aufgabe ab, in Ergänzung zur Strohkompaktierung ein Verfahren mit besseren Aufwandskennziffern und geringeren Verlusten zu entwickeln. Dies kann durch die konservierende Lagerung von feuchtem Stroh erreicht werden.

Über die naturwissenschaftlichen Grundlagen dieses Verfahrens wurde bereits berichtet [2, 3, 4]. Als Konservierungs- und Aufschlußmittel kommen Natronlauge und Harnstoff zur Anwendung. Eine vorläufige Anwendungsvorschrift zur Durchführung des Verfahrens wurde im Jahr 1980 erarbeitet [5].

Im folgenden sollen Mechanisierungsvarianten für die Feuchtstrolagerung erläutert und erste Ergebnisse über die Effektivität des Gesamtverfahrens von der Ernte bis zur Abgabe an die Tierproduktionsanlage dargestellt werden. Abschließend wird auf noch zu lösende Probleme hingewiesen.

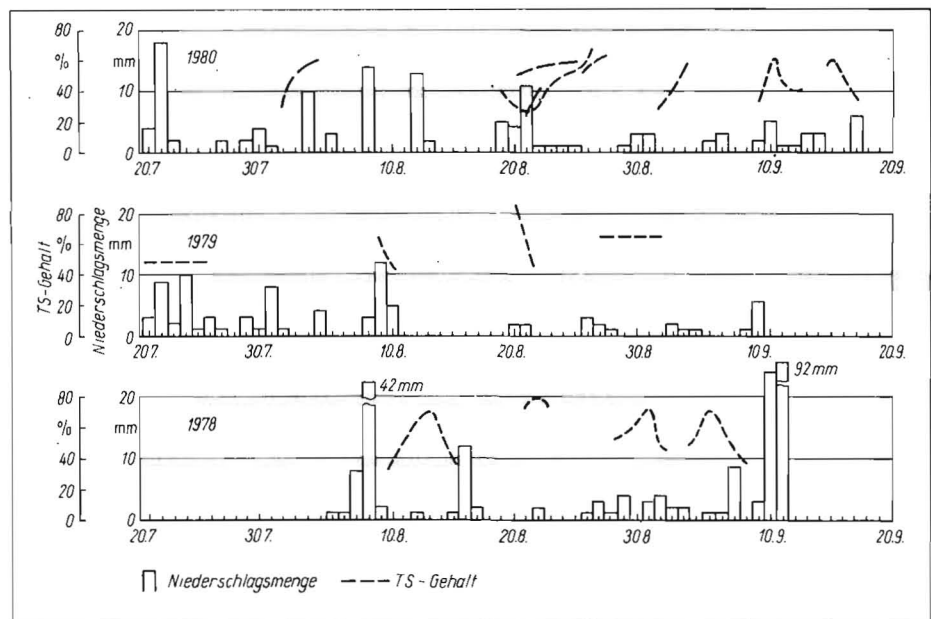


Bild 1. Niederschlagsmenge und TS-Gehalt des Strohs während der Ernte

2. Einflüsse auf die Strohbergung und Strohqualität

Nach der Ernte mit dem Mähdescher liegt das Stroh im Schwaden und ist den Witterungseinflüssen ausgesetzt. Niederschläge wirken auf den Strohschwaden ein. Aufgrund der Arbeitsspitze in der Getreideernte kann oft keine Schwadbearbeitung erfolgen, um die Wasserverdunstung an niederschlagsfreien Tagen zu beschleunigen und das Stroh mit einem Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) > 80% zu bergen. Nach Untersuchungen von Otto und Klein [6] treten nach 3 Wochen Schwadlagerung etwa 20% Trockensubstanzverluste auf. Die Trockensubstanzverdaulichkeit verringert

sich im gleichen Zeitraum um relativ 15% gegenüber der Ernte am ersten Tag. Zusätzlich treten in der Folge bei der Mietenlagerung erhebliche Qualitätsverluste durch Pilzbefall auf, die erst ab TS-Gehalten ≥ 84 bis 85% ausgeschlossen werden können [6].

Nach Auswertung der Niederschläge und des gemessenen TS-Gehalts an den Versuchsorten zur Feuchtstrolagerung in den Jahren 1978 bis 1980 kann im betrachteten Zeitraum von 60 Kalendertagen im Mittel der 3 Jahre an mehr als 50% der Tage kein trockenes Stroh für eine qualitätsgerechte Lagerung geerntet werden (Bild 1). Deshalb ist es von großer Dringlichkeit, für diese Schlechtwettertage ein geeignete